
雙月刊
核能簡訊
NUCLEAR NEWSLETTER
NO. 131
2011 AUGUST
電力供應衝擊 日本經產大臣籲重啟反應器
日本政府從福島災難中學到的教訓
中國大陸近期核能開發動向
德國核電最後的十年
國會審議後 英國能源政策白皮書將定調
以「最壞的時候」為前提 重新設計
從核電廠事故中學習

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.131 雙月刊

August　中華民國一百年8月號

封面圖片：保加利亞索菲亞的俄羅斯教堂

專題報導

熱門話題

核能脈動

核能新聞

出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一Ｏ一號研發大樓208室
電　　話：(03) 571-1808
傳　　真：(03) 572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、徐懷瓊、梁鐵民、黃文盛、劉仁賢、潘欽、謝牧謙、顏上惠（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
顧　　問：喻冀平
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
執　　編：陳秉驛
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠

編者的話

311日本福島事件發生至今已5個多月，民眾對輻射落塵是否影響台灣的恐懼，已隨時光流逝而漸漸遺忘；但核能相關產業仍如火如荼的繼續檢討著我國核能電廠軟硬體安全，以及相關核能法規所能提供給民眾的安全保障是否足夠？政府也積極檢視能源政策的訂定與方向。

以目前科技所能達到的程度，世界上還沒有十全十美的能源，所有的發電方式都有其優點與缺點。台灣沒有自產能源，99%以上的能源都仰賴進口。而在能源多元化的政策下，電力發展又必須同時兼顧能源、環境與經濟；維持穩定充足的電力供應、溫室氣體減量的低碳發電，以及既要供應產業發展所需電力、而且是可負擔的電力價格。

日本福島電廠事故是代價昂貴的寶貴教訓，我們也藉此經驗檢視我國核能安全保障是否足夠。行政院核定了核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案，台電公司針對現有應變機制、程序與設計能力，分為近程11項與中程兩階段執行。我國採行的檢討措施相較於國際核能國家的作法更為嚴謹。此外，核能電廠每10年執行一次的整體安全評估已將「日本福島核災事故之檢討與評估」納入專章。在在都是為了民眾安全與安心。

經歷停建又復建的龍門核電廠，在福島事件後也引起了眾多的討論與質疑。台電已進行了多項的評估：初步判斷，核四建廠的耐震與防海嘯等基本設計，並無安全上的重大疑慮。目前核四工程進度已逾93%，經費支出達新台幣2,500餘億元，主要建物及設備均已完成。此時核四計畫若暫停興建，不但無法驗證其安全性，也浪費了已投入的成本，將不利經濟，更不符國家利益。台電也表示，相較於日本福島核電廠，核四廠在深度防禦上具備更多的後備水源及電源等多重優勢，並建有堅固的海水泵室，其安全性設計優於福島。核四工程完成後，每年發電近200億度，可減少排放1,620萬噸的二氧化碳，對國家減碳的目標將有重大貢獻。

在世界各國皆因福島事件緊縮核能政策之際，中國大陸並未因此而退縮，因其經濟發展而衍生的電力需求，相較於燃煤發電產生二氧化碳暖化地球，仍選擇大力發展相對潔淨的核能發電（相關內容請見第13頁），值得我們密切觀察。

從核電廠事故中學習

以「最壞的時候」為前提 重新設計

文．劉振乾 譯

人類具有讓自己占便宜的思考習性；海嘯等失敗的記憶會隨時間而消逝；「即使發生事故，危險也不會擴大」！

作者介紹：
畑村洋太郎，東京大學名譽教授，1941年生，專長為失敗學及創造性設計論，2011年5月24日就任事故調查檢證委員會委員長，本文完成於決定就任該職之前。

東日本大震災裡使海嘯災害與福島核電廠事故擴大的的共通因素之一，就是人類把自然與核能這兩樣本，將無法控制的對象認為「可以完全控制」。人類具有不想看到的東西就不看，不願意想的事就不去想，壞事情就當作不會發生的習性。要復興受災地區或是重建科學技術，都必須以「人類具有讓自己占便宜的習性」為前提，從頭做起。這時要緊的是以100年、200年為單位的歷史的觀點。

前提讓海嘯有宣洩的設計

走一趟受災地區感觸良多。在岩手縣宮古市田老地區，新的防波堤（註1）被海嘯破壞，但是1933年在發生海嘯後馬上設計建造的防波堤，則是保留原狀沒有被破壞。怎會如此？看看地形就一目瞭然。新的防波堤面對灣口是直角的，被建造為正衝的樣子，難怪擋不住迎面而來的海嘯威力而受到破壞。與此相對的，舊有的防波堤是斜向灣口，不是正面迎向海嘯的壓力，而是設計為讓海嘯往山的方向宣洩。



▲ 福島一場1號機控制室在強震與海嘯侵襲後，一片狼籍。

1933年高達15公尺的海嘯襲擊田老地區，先人感覺即使建造如何巨大的防波堤也無法完全把海嘯擋回去，那就不如讓海嘯即使侵入也能爭取到一些時間來避難。舊的防波堤內側有從高台伸展出放射狀的道路，使整個市區都能容易的往高台避難。但是新的防波堤以及隨之而來的造鎮構想，就見不到如此的設計思考。

人類都有追求「利益、方便」的本性，在剛發生1933年大海嘯後人們避居高地，但

是時間一久又往漁港附近生活方便的低地遷徙，這次的重建只要往高地造鎮就好嗎？即使無法馬上逃難的高齡者有需要住在高地，如果抱持著不將防波堤蓋得很高，隨時可以逃難的、有適度警戒感的心態，可以嗎？

再介紹一則田老地區舊防波堤水門的例子。當筆者於1996年訪問的時候，我對用手動關閉閘門的事有興趣。「為什麼用手動？」管理人員答：「如果用電動，沒有電力的時候不是關不了門？」。這次再訪的時候，得知在海嘯到來之前即關好閘門，對減輕災害立了大功。福島核一廠正是由於喪失電源導致無法冷卻反應爐，而演變成巨大事故。上述水門的事例，顯示以「最壞的時候」為設計前提的重要性。

不要忘了，大自然必定會想辦法恢復原狀。不管做了多好的防波堤，曾經受到海嘯侵襲而災情慘重的地方，必定會再次受海嘯的侵襲。曾經遭受自然災害的先人們留下警語，在宮古市姊吉地區建有一個石碑，上書：「不得在低於此高度處蓋房屋」。大震災後訪問此地，海嘯確實沒有到達此高度。

然而，人類具有讓自己占便宜的習性，並經驗會讓判斷出差錯。「我活了一大把年紀，可沒見過海嘯有來過這麼高」的經驗，使不少人沒有馬上採取逃難的行動，有人就因此落難了。

改掉想完全控制的想法

筆者認為失敗的記憶具有法則性。個人是3年就忘了，組織是30年就忘了，而地區則是60年就忘光了。歷史的事件在300年後就從社會消失，經過1,200年後，甚至沒人記得曾經發生過這事情，失敗的記憶會隨時間而消逝。

大震災以後，久被埋沒的869年貞觀大海嘯成為熱門話題。雖然曾有地震學者與考古學者提出此問題，但都被東京電力公司以無須考慮為理由擋下來，人類的本質往往建構於，不利於自己的事就當作沒有發生過。

想想「設定外」是怎麼來的，人類似乎不先定下一個可設定的範圍就無法思考。但是要決定範圍之際，「利益、方便」就插手進來。為什麼福島核一廠密集的蓋了6部機組？其中應有降低成本與效率性的考量。要從核子中取出能源是一件大事，不過要認知一旦失去控制則如脫韁野馬。如有此認知就必定會將緊急發電設施設置於較遠的高地上，設定所有電源都喪失的狀態，而將緊急用水配置於建築物的較高處。

實現安全的手段有兩種，其一為藉由感應器或系統來避免危險的「控制安全」；另一則是設計為即使發生事故，其製品與機械也會往安全的方向走下去的「本質安全」。福島電廠起初也是採用本質安全的想法，卻因降低成本與效率性的考量，而轉向控制安全的想法?

核電廠裡常駐有廠家派遣的技術人員，他們一定知道如果電源都喪失會讓冷卻功能掛掉的最壞情形，但是卻無管道可通知東電，因為東電壓根兒認為不會發生這種事情。但是只是責備東電沒有設定最壞的事態，也令人有所反省。因為只知指摘「這傢伙壞」只是把問題轉換為「其他人來做就會好」，而不知探究事物的本質。

筆者認為不論任何產業要累積充分的失敗經驗需要200年之久（參閱圖）。美國機械學會在1942年才降低鍋爐的危險度，產業革命以來由於鍋爐的爆炸至少有1萬人喪命。從鍋爐問世以來經過約200年，才成為

操縱自如的產品；而核能發電還不到60年的歷史。

核能發電裡還有未經驗的部分

在此回顧核電廠事故的歷史。美國三哩島(TMI)事故的原因是人為疏失；舊蘇聯的車諾比爾事故則突顯：一旦失去控制就無法自動回到原點的「發散式」問題。福島核一廠事故則是針對海嘯的自然現象的因應措施。因此，核能也在累積失敗經驗。

不過，失敗與事故經驗的總量還是會增加下去。今後想得到的，其一為由恐怖份子發動所引發的事故。另一是偶然的兩件失敗事件重疊而成的事態。單一事件不會變為事故，但如果兩件同時發生的時候就會演變為事故的情形。由其他產業的失敗與事故，想想看核能產業裡還有什麼未經驗的部分，痛定思痛，首先必須從承認核能發電裡還有未經驗的部分這一件事做起。

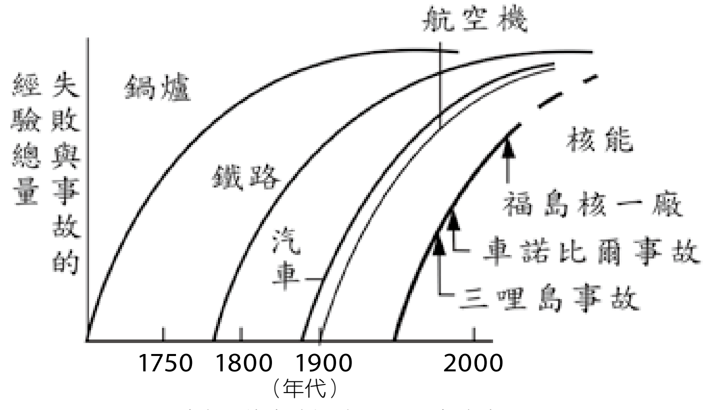
筆者不認為日本可以不使用核能而得以生存下去。在1950至60年代，日本渴望電力，積極開發電源。從世界銀行貸款建造的黑部大壩（黑部川第4電廠）的發電量為34萬瓩，而核電廠1部機組就超過100萬瓩。要談到核能的未來，必須採用前述的「本質安全」的思考模式。設定最壞的事態，而為了因應此事態，設計時必須採用不同的思考模式。只要定下要求機能與制約條件，一定可以設計出來。

核能被要求從失敗中記取教訓，浴火重生。我相信日本有此能力（註2）。以不同的思考模式為核能重新的定位，描繪出基本設計（MASTER PLAN），還要找出一群可駕馭目前核能界從業人員的傑出人才。雖然是非常困難的作業，但靠著政治的能力務必要實現如此的人選與架構。

註 1：此防波堤為日本最大規模的防波堤，又稱「田老萬里長城」，長2.4公里，高度在海拔10公尺以上。

註 2：根據電氣新聞2011/6/3的頭版頭條，屬於東芝的美國西屋公司（WH）、以及日立GE核能公司都投標立陶宛政府的新建核電廠計畫。WH提出的反應器為「AP-1000」（110萬瓩壓水式反應器），日立GE則為135萬瓩進步型沸水式反應器，兩家都強調在地震與海嘯上經過強化考量，應會在今年夏天（預定2018至2020年商業運轉）就決定反應器的型式。

來源：日本經濟新聞（2011/5/30 & 6/3 經濟教室專欄）



▲ 累積充分的失敗經驗需要200年之久

電力供應衝擊
日本經產大臣籲重啟反應器

文・編輯室



▲ 福島核一廠3號機冒出白煙，工作人員欲重啟冷卻系統電力。(東京電力公司，2011年3月)

日本自311東北大地震後，經濟受到莫大衝擊。日本工業部長表示，缺電將是經濟復甦的最大阻礙。他指出，地方政府能否允許重啟核電廠，扮演非常重要的角色。5月時，首相菅直人曾表示，在福島核電廠事故後，日本需要重新思考能源政策。然而，即便是在反核氣氛濃厚的當時，他仍舊表示，核能仍會是日本能源供應中的主要支柱。

日本經濟產業省大臣海江田萬里於6月底表示，由於核能仍是日本主要能源供應來源之一，「我們要牢記事故中學到的教訓，責無旁貸。」他進一步指出，把福島核電廠的狀況說清楚講明白，也相當重要。

根據日本原子力產業協會的資訊表示，在5月中，日本全國54部反應器，僅有17部有營運。也就是說，原有的核電供應網，只剩31.6%在運作。20部機組停機做定期檢修、2部做不定期檢查或是設備更換。它們的重

啟之日遙遙無期。

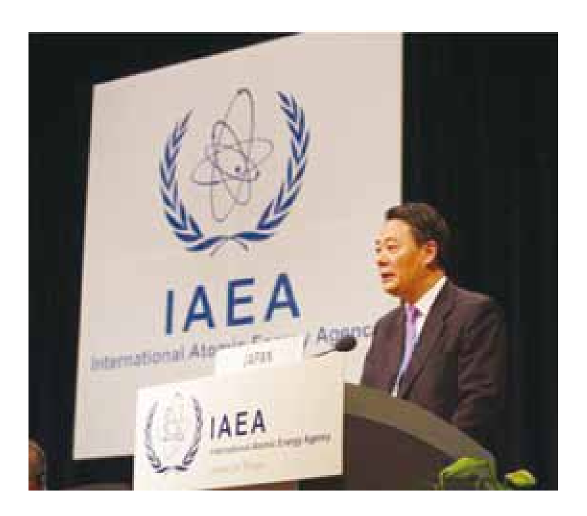
經產大臣警告，「對於電力供應和以火力發電替代核電，導致成本上升的憂心，可能會限制對日投資，導致產業外移，最後使得日本工業空洞化。」由東京電力公司、東北電力公司和中部電力公司供應的日本東部電力網絡，遭受海嘯及地震衝擊，嚴重中斷。同時，定期關閉檢修的反應器，也使得西日本電力吃緊。經濟產業省警告，若不重啟目前關閉檢修的反應器，等目前營運中反應器，日後需關閉定期檢修時，日本所有的核電廠，會在一年內全部關閉。

經濟產業省特別強調，若西日本目前停止運轉的反應器，未獲地方主管機關核可重啟，在即將來臨的夏季，將會減少880萬瓩電力，等於是11%的比例。這不僅影響西日本電力供應，還會使得跨區送電到東日本的計畫窒礙難行。除此之外，某些原本在東日本的企業已經西移，使得日本西區電力需求上升。經產大臣表示，如果目前定期關閉檢修的電廠無法重啟，東京電力公司和中部電力公司的西區電力網絡不僅要由5個電力公司支援。除此之外，西日本地區的供需平衡，會相當吃緊。他進一步指出，考慮到電廠遷移到西日本的趨勢，為了從災難中恢復和重新活化日本經濟，將西日本納入穩定電力供需平衡的考量，也不可或缺。



▲ 福島核一廠空照圖。

經產省於3月底，指導電力公司實施海嘯導致的全黑（全部電力失效）的緊急安全措施。海江田強調，經產省已確定，防止爐心損害發生的安全措施已經過強化。他進一步指出，核電廠繼續營運和重啟的安全性，是沒有問題的。「我希望核電廠周邊居民和日本的其他民眾能夠瞭解，電力吃緊是日本經濟成長最大的議題。」他說，「為了日本經濟未來的發展，我希望這些民眾能夠允許核電廠重新啟動。若有必要的話，我會拜訪核電廠所在地區域，做直接說明，請求重啟核電廠。」



▲ 日本經產大臣6月底在國際原子能總署演說

經產大臣海江田萬里表示：「經產省認為，核電廠繼續營運和重啟的安全性，是沒有問題的」

來源：WNN News 2011/06/23

日本政府從福島災難中學到的教訓

文・編輯室



▲ 福島核一廠3、4號機廠房外觀

2011年3月11日在日本東北地區太平洋沿岸發生的巨大地震及所引發的海嘯，重創了東京電力公司福島第一及第二核電廠。在事件的發展逐漸和緩之後，日本政府及東京電力公司準備了一份多達700餘頁的檢討報告，供國際原子能總署在2011年6月20至24日於維也納召開的核能安全部長級會議中討論。本刊特將該份報告之精華「從福島災難中學到的教訓」簡要摘譯分享讀者，以祈能共同體察並發揮該報告中「他山之石，可以攻錯」的用意。

福島核電廠所發生的事故有幾項特點：(1)此事故起因於一場天然災害；(2)這場災害同時波及多座反應爐，並造成包括核燃料、反應爐壓力槽及一次圍阻體（廠房）的嚴重損害；(3)災區的基礎設施，譬如電力供應、通訊和交通，都被地震和海嘯摧毀殆盡，救災作業困難重重。

這次事故導致嚴重的後果，不但動搖大眾的信心，並且向那些對核能安全過分自信的人提出警訊。因此我們必須從這次災難中學習並記取學到的教訓，以下就將這些教訓分成5類來加以檢討。

第1類：強化對抗嚴重事故的預防措施

加強對抗地震和海嘯的措施

檢討：福島核能電廠所遭受的地震造成外部電源的損壞，而沖擊福島第一核電廠的海嘯有14-15米高，超過電廠預防海嘯設計的假設海嘯高度，並嚴重損壞了海水幫浦，導致緊急柴油發電機及反應爐冷卻功能的喪失。

教訓：核電廠的防震設計，必須參考附近斷層在過去12到13萬年的活動情形，而大規模地震的再發生可能性亦必須考慮，並加強外部電源的防震強度。防海嘯的設計並未與大規模地震再發生的可能性作整體的考量。必須適當的假設海嘯頻率和高度，再進行結構的安全設計，以防止海嘯的毀滅性衝擊力及洪水的威力。

確保電力供應來源

檢討：必要電源的喪失是這次事故的

主要肇因之一，原因是電力供應沒有多樣化的多重來源，以防止受同一外部事件影響而同時失效的情形。而且配電盤等安全設備不符合耐水規範的要求，電池的壽命亦不足以支撐至外部電源的恢復。

教訓：應配備空氣冷卻的柴油機、氣渦輪機、電力車等多樣化的電源。

確保反應爐壓力槽及一次圍阻體的冷卻功能

檢討：這次事故由於海水幫浦功能的喪失致使產生的熱量無處可去，故縱使反應爐注水的功能仍能啟動，但由於喪失水源、電源以及一次圍阻體的冷卻能力，爐心損毀終究無法避免。此外，使用重型機械（例如消防車)的灌水方式並未列入緊急應變方案，執行作業無例可循。

教訓：應透過多重注水功能、增加水源及水源多樣化，並引進空氣冷卻系統。

確保用過燃料池的冷卻功能

檢討：因喪失電源導致用過燃料池冷卻功能失效，必須啟動用過燃料池緊急應變。但因以往認定用過燃料池嚴重事故的風險不高，因此緊急應變措施也付之闕如。

教訓：應引進多樣化冷卻功能，例如自然循環冷卻系統或者空氣冷卻系統，以及多樣化注水功能。

徹底的事故管理措施

檢討：福島核電廠已經引進事故管理措施，以降低嚴重事故的可能性，並減輕萬一發生的後果。但是回顧事故發展歷程，部分措施卻沒有發揮應有功能。此外，事故管理措施基本上是依賴電力公司自動自發的意願，並非法律要求，因此無法強制執行。


▲東電員工正在修復供電系統

而且，事故管理指引從1992年編訂後就沒再被重新檢視，也沒進行過改善。

教訓：事故管理措施應透過安全度評估模式（PSA）加以制定，並修訂為法律強制要求，且重新開始審查。

多機組電廠的問題

檢討：如果事故同時發生在不止一座反應爐的電廠時，救災的資源將被分散；而且，當兩座反應爐的距離不遠且共用某些設備時，其中一座反應爐發生的事故，將蔓延到其他反應爐。

教訓：應確保每座反應爐的緊急措施不會相互干擾，此外每座反應爐的系統也要各自獨立，也都須指定一位負責核安的專人，避免單一事故連帶影響其他機組。

核電廠基本布置的考慮

檢討：因為用過燃料池的位置是在反應爐廠房較高的樓層，事故的處置比較困難，此外污染水會從反應爐廠房流通到汽機廠房，顯示廠房間沒有隔離污染水的工程設計。

教訓：應提升核電廠中每座建築和廠房各樓層的布置安排，以確保冷卻功能的執行狀況。

確保關鍵設備的防水能力

檢討：事故的原因之一是洪水淹沒包括冷卻海水幫浦、緊急柴油發電機、配電盤等很多關鍵設備，導致電源喪失無法執行冷卻功能。

教訓：應在重要設備的建築內加裝防水閘門，並阻隔洪水流動路線，以及安裝抽水幫浦等。

第2類教訓：強化嚴重事故的緊急應變措施

加強氫爆的預防措施

檢討：1號、3號及4號機組的反應爐廠房都在這次事故發生疑似氫氣爆炸。雖然一次圍阻體裝設有氫氣處理系統，但是並未料到反應爐廠房會因為氫氣滲漏而引發爆炸，因此反應爐廠房並未裝有氫氣處理設備。

教訓：除了一次圍阻體外，在反應爐廠房也應安裝氫氣處理設備，以控制反應爐廠房的氫濃度。

強化圍阻體排氣系統

檢討：這次在面對嚴重事故時，圍阻體排氣系統出現可用性的問題，此外圍阻體排氣系統移除洩漏的放射性物質的能力亦有所不足。通風管線並非完全獨立，因此放射性物質可透過管線的連通，波及電廠其他部分。

教訓：應改進圍阻體排氣系統的可用性、確保獨立性，並且加強放射性物質的洩漏移除功能。

事故應變作業環境的改善

檢討：在事故中，主控制室的輻射劑量增加，導致運轉員一度無法進入，之後很長一段時間，主控制室的環境仍不適合工作。而且，在設有緊急指揮中心的現場緊急工作站，也因為輻射劑量以及通訊和照明的惡化而影響到事故處理作業。

教訓：應改善緊急事故應變作業的環境，例如加強控制室和緊急應變中心的輻射屏蔽、專屬的通風和現場空調系統，以及加裝不使用交流電源的通訊及照明設備。

提升事故時的輻射曝露管理系統

檢討：在事故中，許多人員劑量計及劑量計讀設備因浸泡海水而故障，使得輻射曝露的管理相當困難；此外測量空氣中放射性物質濃度的作業遲遲無法展開，導致人員體內輻射曝露的風險增加。

教訓：應預先儲存足夠數量的人員劑量計、防護衣服和儀器，以及開發在事故時能供更多輻防人員使用的計讀系統。

提升嚴重事故緊急應變訓練



▲受到輻射污染人員以藍色帆布隔離除污



▲海上大型浮體在橫濱港外，測量海水中的放射物質劑量

檢討：在核電廠事故發生後，如何進行復原作業？以及如何與相關的組織合作和聯繫？事前並沒有足夠且有效的訓練。因此，事發後花了很多時間在建立各單位間的通訊聯繫以及緊急應變組織間的合作架構模式。

教訓：應加強迅速建立嚴重事故復原、電廠內外情勢確認、人力資源集結，並且有效與相關組織一起協調合作等訓練。

強化量測反應爐及一次圍阻體運轉狀況的儀器

檢討：因為反應爐及一次圍阻體的量測儀器在事故期間不能正常操作，因此無法迅速正確的得知反應爐水位和壓力，以及外釋放射性物質的來源和數量等重要訊息。

教訓：應強化反應爐及一次圍阻體的量測儀器，即使在事故發生後，也能有效執行操作。

緊急救援物資和設備集中管理以及緊急工作隊設立

檢討：負責事故緊急處理以及供應受影響居民物資和設備的後勤支援，事故後雖已集結在「J-Village」（註：J-Village距離福島一廠約20公里，原先是一處以足球訓練為主的國家級體育村），但是，因為周遭地區遭受地震和海嘯的損害，事故後無法在短時間內迅速動員到達災區。

教訓：應引進中央化的救援物資緊急供應和設備管理系統，並成立使用此系統的緊急工作隊，以期在嚴峻的情形下能順利完成緊急支援任務。

第3類教訓：強化核子事故緊急應變措施

對於大規模複合型天然災害造成長期核子事故的緊急應變

檢討：處理巨大天然災害引發的核子事故時，在連絡和通訊以及動員人力資源和採買物資方面都遭遇到很大困難。因為事故的影響不斷延續，一些原本以為是短期的措施（例如居民的疏散），也被迫延長。

教訓：應建立一套機制和環境，提供通訊器材和儀器，並建立物資和設備的採買管道，以處理此類核子事故的狀況；此外對於長期的核子事故，應強化緊急應變的準備工作，包括建立如何召集各類事故處理人力的有效動員計畫。

環境監測的加強

檢討：地方政府原應負責在緊急事件


▲日本自衛隊載送純水至福島電廠，上方為用過燃料乾式貯存設施

時進行環境監測，但是，因為所擁有的監測設備與設施於地震和海嘯中損壞，因此無法立即進行環境監測。

教訓：應妥善規劃一套架構，由政府在緊急事件時統籌進行環境監測。

在中央和地方之相關組織間建立清楚的分工

檢討：在事故甫發生之時，由於缺乏通訊器材，故地方和中央以及其他組織間的聯繫不足，而每個單位的分工也不清楚。特別是在事故初始，政府和東京電力公司主要辦事處欠缺密集的聯繫。

教訓：應評估並且界定相關組織的角色和責任，並改進以往的聯繫體制。

加強事故相關資訊的傳播

檢討：因為通訊器材於地震中損壞，因此與鄰近區域居民的通訊相當困難，而後續的訊息提供也總是不夠即時。對於居民最感重要的訊息，也解釋得不夠清楚。對大眾都只播報已廣為周知的消息，而對於所關心的事件未來發展並未提出預測。

教訓：應加強提供附近的居民事故的現況和處理資訊，以及充分解釋輻射效應。當事件仍在進行時，應提出對未來可能發展的預測。

加強對其他國家協助的回應以及對國際社會的聯繫

檢討：由於政府組織內沒有指定的負責單位，因此日本政府沒能對世界各國提供的協助做出恰當的回應，與國際社會的聯繫也總是不足。

教訓：政府應成立一套全球性的機制與國際社會合作，並且有效回應。例如，建立一份緊急應變所需物資和設備的清單、預先確認每個國家的指定連絡窗口、改進國際通報系統加強資訊分享機制等。

適切的確認和預測外釋放射性物質之效應

檢討：由於缺乏放射性物質來源的資訊，因此「環境緊急事故劑量資訊系統」（SPEEDI）無法如原先的設計，對放射性物質的效應做出正確的預測。但即使是在這樣受限制的情況下，還是應該用它來作為制定疏散決策的參考，並應從事故一開始就用來預測放射性物質的擴散趨勢。

教訓：政府應改進這套工具，並協助確保外釋物質來源資訊的取得；此外並應制定有效利用SPEEDI和其他系統的計畫，以適用各種不同的緊急事件，並應從事故一開始就公布SPEEDI的預測數據和結果。

明確定義核子緊急事件中大規模疏散區以及輻射防護指引

檢討：在事故發生之後短時間內，就必

須確定疏散區和禁止外出區；因此，即使之前沒有使用過國際輻射防護和國際原子能機構的指引，當要決定疏散區和緊急事件撤離準備區範圍時，還是必須拿出來參考。

教訓：政府應投入更多努力，清楚界定核子緊急事件的疏散區和輻射防護指引。

第4類教訓：安全基礎設施的加強

安全法規管制機關的強化

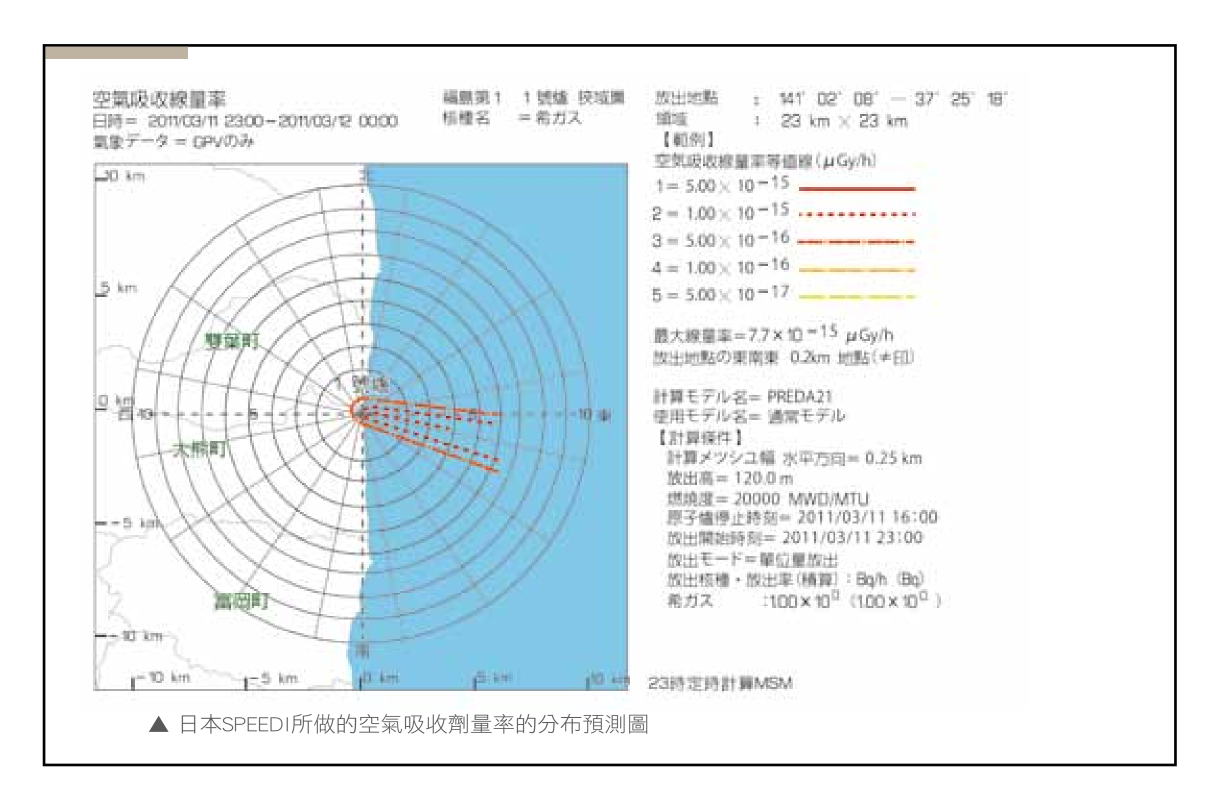
檢討：對確保核能安全，政府內有數個不同責任分工的單位。例如，原子力安全保安院（NISA）是以管制機關的身份負責安全法規；原子力安全委員會（NSC）負責監督；而地方政府和相關部會負責緊急環境監測等。導致在危急的時候，不清楚哪個機關對確保大眾安全負有主要的責任。此外現有的組織和架構面對這樣大規模的核子事故時，很難動員執行單位迅速作出反應。

教訓：政府應把原子力安全保安院從經濟產業省切割出來，並且開始檢討包括原子力安全委員會和相關部會的執行架構，以加強管理核能安全法規和環境監測。

建立並強化法律架構、準則和指引

檢討：核能安全及核子緊急事件準備和應變的法律架構、準則和指引等，在這次事故都面臨到各種挑戰。此外基於這次事故的經驗，很多問題將被點明並將反映到國際原子能總署的標準和指引中。

教訓：政府應檢討並改進有關法律架構以及準則和指引，並應提供相關數據以改進國際原子能總署的標準和指引。



▲ 日本SPEEDI所做的空氣吸收劑量率的分布預測圖


▲福島一廠2號機附近，裂開的水泥窖

核能安全和緊急應變的人力資源

檢討：所有在嚴重事故、核能安全、緊急計畫、風險管理和放射醫學等領域的專家，都應該聚集起來處理這樣的一次事故。此外，為了確保中、長期的核能安全以及事後能從災難中站起來，培育核能安全與緊急計畫方面的人力極其重要。

教訓：政府應加強培育核電廠及管制機關的人力資源，並著重在訓練機構中有關核能安全、緊急計畫、危機管理和放射醫學等訓練。

確保安全系統的獨立性和多樣性

檢討：雖然多重性在確保安全系統的可靠性上是具有相當價值，但如何避免「共因失效」(不同的系統因為同一肇因都喪失功能)？迄今尚未仔細評估過，故安全系統的獨立性和多樣性並未得以充分確保。

教訓：應確保安全系統的獨立性和多樣性，以期「共因失效」的問題能夠解決，並進一步改進安全功能的可靠性。

於風險管理中
有效的使用安全度評估(PSA)模式

檢討：在如何減少核電廠危機的整體評估中，目前仍很少有效地利用安全度評估(PSA)模式。雖然要定量評估像大規模海嘯那樣罕見事故的風險性很困難，也具有不確定性，但未曾做過努力。

教訓：應更進一步積極並迅速地以安全度評估(PSA)模式為基礎，來制定確保核能安全的改善措施。

第5類教訓：
提升安全文化意識

提升安全文化意識

檢討：凡與核能有關的人員都應該具備安全文化。核能發電營運者和員工負有維護安全的主要責任，必須注意每一件調查結果的發現，並且須確認這件發現是否揭露出電廠的一處弱點。當對電廠的安全風險程度感到不安時，應該要慎重的採取適當措施來提高安全度。此外，當組織或者個人涉及國家核能法規的制定時，應該反映最新的資訊，對安全不留下任何模糊空間。

教訓：應重新回到安全文化的根本來重建安全文化。安全文化的根本包括有：追求深度防禦是確保核能安全的基礎、持續不斷的學習關於安全的專業知識、堅持努力尋找弱點並加以改進的態度等等。

資料來源：http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Full_Report_1108.pdf

圖片來源：

CRYPTOME http://cryptome.org/eyeball/daiichi-npp3/daiichi-photos3.htm

中國大陸近期核能開發動向

文・朱鐵吉　譯

今日世界經濟發展中，中國大陸扮演相當重要的角色。而在核能產業發展方面，美國進展緩慢，中國大陸則扮演著火車頭的重要地位。

核電廠建設計畫

中國大陸的電力消費量從2001年的14,810億度至2009年增為36,430億度，約成長2.5倍。世界金融危機景氣衰退期中，2008年用電量為34,500億度，2009年仍然增加了6%。2008年各項的發電比例為：水力16.41%、火力80.95%、核能1.99%，燃煤約占80%。中國大陸10萬瓩以下燃煤電廠約占30%，由於效率不佳因而耗煤量大。目前，中國政府正在推動淘汰老舊的小型燃煤電廠，更新為新型、效率較高的火力電廠，同時提升乾淨能源如核電、風力發電以及再生能源的發電配比，以減少二氧化碳以及污染物的排放。

中國大陸於2007年時強調：2020年時潔淨能源的發電設備容量，水力為30,000萬瓩、風力3,000萬瓩、太陽能80萬瓩、核能4,000萬瓩。為了減低二氧化碳的排放，中國政府修正目標為：2020年風力15,000萬瓩、太陽能2,000萬瓩、核能7,500萬瓩，大幅增加了潔淨能源的發電比重。

2010年9月，中國大陸最大的核能公司中國核工業集團公司報導，預定至2020年核電投資計畫約為1,176億美金，其中到2015年為止，約投入735億美金。2010年6月的國際相關報導指出，中國政府的核電計畫至2020年將達到8,000萬瓩，2030年達到20,000萬瓩，至2050年將達到40,000萬瓩的發電容量規模。2009年9月世界核能協會（WNA）報告指出，2020年中國的核電裝置容量，參考值為5,050萬瓩至7,300萬瓩。2010年7月經濟合作暨開發組織之下的核能署與國際原子能總署合作的報告「Uranium 2009」中指出，預測值為4,000萬瓩至5,800萬瓩。

電廠建設的進步狀況

核能發電現況

至2010年12月中國大陸核能發電裝置容量為13部機組，約1,080萬瓩（表1），占總發電裝置容量的1%（2009年底為87,400萬瓩）。其中壓水式反應器（PWR）有11部機組，合計約980萬瓩；壓水式重水反應器（PHWR）2部，合計140萬瓩。2010年9月廣東嶺澳II的1號機、10月秦山II的3號機加入商業運轉，顯見自2007年江蘇田灣2號機開始商轉以來，核能發電裝置容量逐漸增加中。

核電廠的建設狀況

目前建設中的核電廠有26個機組，預定在2015年可以全部商業運轉，屆時核電裝置容量可達3,940萬瓩。2007年設定到2020年為止可達到4,000萬瓩裝置容量的目標，結果提前5年在2015年即可達成。目前計畫中有

51個機組，約5,890萬瓩，加上已在商轉及建設中者共達9,840萬瓩，可見2010年6月所規劃，至2020年核電裝置容量8,000萬瓩的目標應可達成。

核電事業體制

中核公司（CNNC）是國營公司的核能專業公司。中國廣東核電集團有限公司是由中核公司和廣東省各出資45%，剩下10%由中國電力部出資成立的集團公司。中國現在有2個核電集團公司在運作，建設中的核電廠完全由中核公司與中廣核公司直接營運。過半數以上的股份，為省政府所有的合資經營的事業體制。

核能發電技術的國產化

中國大陸輕水反應爐的技術開發，是以法國的亞瑞華PWR技術所開發的CPR-1000，以及西屋公司的AP-1000，今後以國產化目標為反應爐的主力。與外國企業成立的合資公司，從中獲得技術移轉。預期以此方法100%的國產化是其目標。與造船技術同樣的情形，中國大陸的核能技術勢將席捲世界市場。

鈾資源供應政策

中國的鈾生產量約為每年750噸，國內的需求量每年1,400噸（2009年）。核能發電裝置容量急遽增加，自2009年起為了確保鈾供應穩定政策，中國政府積極向海外購買鈾資源。2009年中國從低迷的現貨市場購入3,000噸鈾，為了確保海外鈾資源權益，中核公司與蒙古原子公司（Mon Atom）的Gurvanbulag礦山，設立合資公司。據報導，中廣核公司亦取得澳洲鈾礦公司的經營權，此外，2010年中國從現貨市場獲得5,000噸的鈾，一直在進行儲備鈾的工作。世界核能協會預測，2020年中國的核電裝置容量為7,300萬瓩時，鈾的需求量每年為14,400噸，是目前的10倍。

長期購買契約

2010年中國為了確保鈾能長期穩定供應，已與全球主要生產鈾的公司訂立長期合約。2010年6月24日，中國原子能工業公司與加拿大的CAMECO訂約，到2020年為止將購入2,300萬磅的U_3O_8（8,864噸鈾）。2010年11月4日，中廣核公司與法國亞瑞華公司訂立10年間購入20,000噸鈾、約35億美金的長期合約。此外，法國總統準備自2012年開始，把依姆哈恆鈾礦區每年生產5,000噸鈾的一部分權益特賣給中國。2010年11月11日，中廣核公司與哈薩克的國家原子能公司訂立長期合約，在2020年時購入24,200噸鈾。2010年11月23日中廣核公司也和CAMECO訂立長期合約，至2025年為止購入2,900萬磅（11,153噸鈾）。

鈾礦脈開發

對於國外鈾礦脈的開發，中國大陸2011年獲得蒙古同意開採鈾礦，預定每年生產700噸鈾。此外，獲得尼日的阿澤列克礦山37.2%的權益，2011年開始生產，每年產量700噸鈾。其他開發目標包括俄羅斯、辛巴威、澳大利亞、哈薩克、坦尚尼亞、尚比亞等國的鈾礦脈。2010年11月16日，中國國核海外鈾資源開發公司指出，中核公司國外鈾的供應量至2015年為止，每年需要2,500噸鈾；2020年為止，需求量每年擴大為5,000噸鈾。

中國境內鈾礦脈的開發則是中央政府中長期的優先課題，目前正在實施鈾礦探勘

以及鈾礦開發技術的導入。2010年12月6日中核公司在內蒙古發現30,000噸的鈾礦。2009年的Uranium雜誌指出，中國發現的鈾資源，成本小於每公斤鈾130美元的有171,400噸鈾，相當於發現的資源量的17.5%。

核燃料循環的開發

中國的核能開發，將來在鈾濃縮UO_2燃料加工、再處理以及MOX燃料加工等由國外導入技術進行國產化為實施目標。

鈾濃縮

2008年5月23日，俄羅斯總理普丁與中國總理溫家寶簽署同意書，將協助建造鈾濃縮工廠以及供應濃縮鈾。中國商業用的鈾濃縮工廠，全部都是從俄羅斯引入離心分離的技術。新工廠完成後，中國商業用鈾濃縮量每年可達到1,500噸分離功單位（SWU），這些量可足夠應用在14部100萬瓩核能機組每年更換核燃料之需。

UO_2 燃料加工

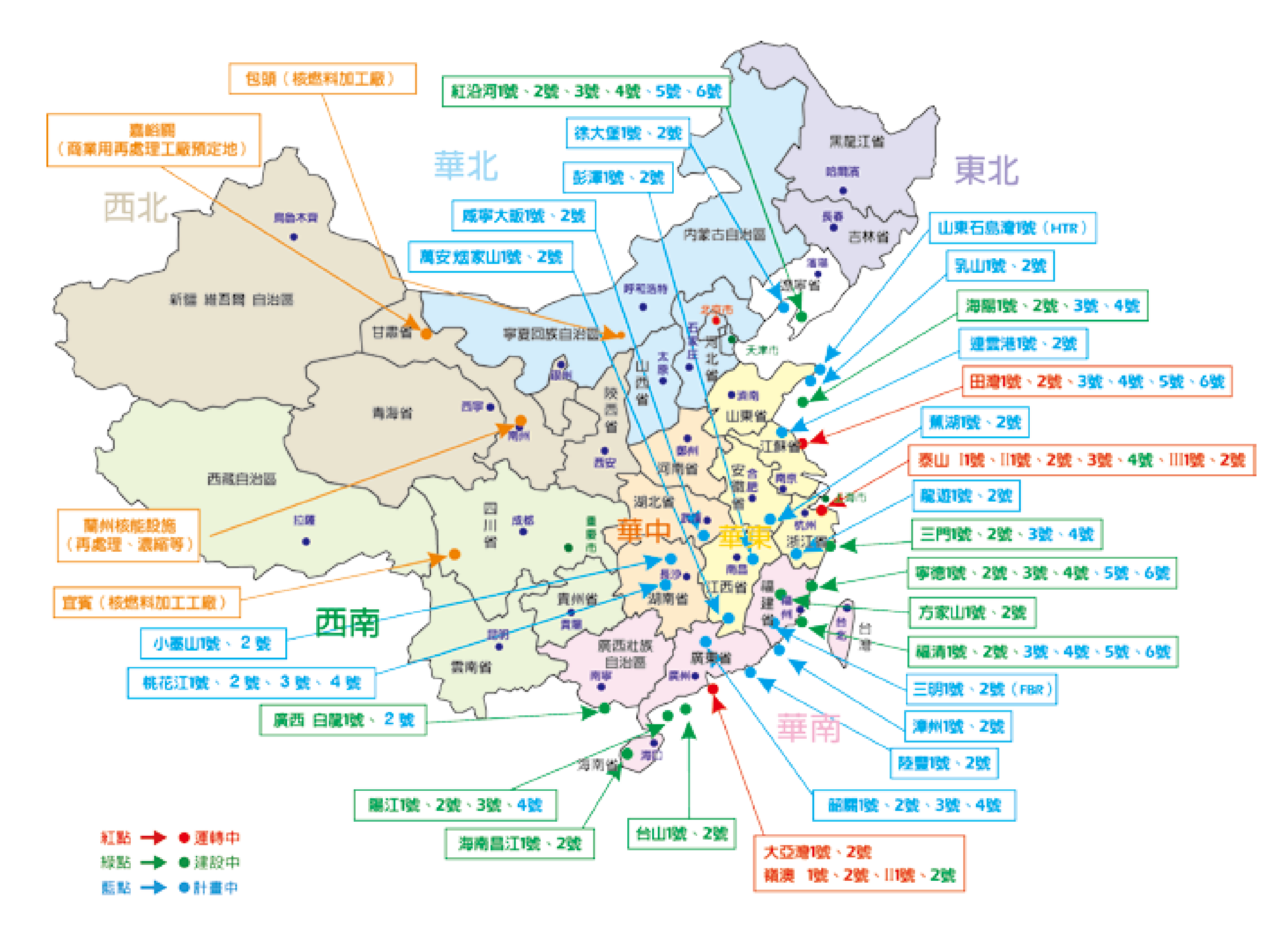
為了供給秦山1號機的燃料，1982年在四川宜賓建造UO_2燃料加工廠，由中核建中核燃料原件公司運轉製造。每年可生產800噸鈾，預定2020年達成每年1,000噸鈾的目標。

1998年在內蒙古自治區的包頭建設第二燃料加工廠，主要是負責秦山Ⅲ Candu 6的燃料製造，中國北方核燃料公司負責運轉，山東省石島灣1號的HTR-PM，製造9%的濃縮鈾。此外，2008年國家核電技術公司同意在上述的2個製造工廠，設置專屬製造AP-1000燃料的中核公司包頭燃料工廠。

有關燃料棒的護套材料鋯金屬的製造，2009年4月西屋公司與國核寶鈦鋯業股份公司設立S&W鋯合金公司。S&W在江蘇省南通市興建工廠，每年生產1,000噸海綿鋯，反應爐級的鋯製品每年500噸，工業用的鋯金屬每年500噸，反應爐級的鋯金屬管每年100

電廠名稱	所在地	反應器型式	輸出電力(萬瓩)	公司	運轉開始年月
大亞灣1號	廣東省	PWR(Framatome)	98.4	中廣核公司	1994.2
大亞灣2號		PWR(Framatome)	98.4		1994.5
秦山Ⅰ1號	浙江省	PWR(CNP-300)	30.0	中核公司	1994.4
秦山Ⅱ1號		PWR(CHP-600)	65.0		2002.4
秦山Ⅱ2號		PWR(CNP-600)	65.0		2004.5
秦山Ⅱ3號		PWR(CNP-600)	65.0		2010.10
秦山Ⅲ1號		PHWR(Candu6)	70.0		2002.12
秦山Ⅲ2號		PHWR(Candu6)	70.0		2003.7
嶺澳Ⅰ1號	廣東省	PWR(Framatome)	99.0	中廣核公司	2002.5
嶺澳Ⅰ2號		PWR(Framatome)	99.0		2003.1
嶺澳Ⅱ1號		PWR(CPR-1000)	108.0		2010.9
田灣1號	江蘇省	PWR(VVER-1000)	106.0	中核公司	2007.6
田灣2號		PWR(VVER-1000)	106.0		2007.8
合計		**13座機組**	**1079.8**		

▲中國大陸已在商業運轉的核電廠



▲ 中國大陸最近核能開發動向圖

噸。這項工程2010年4月8日開始動工，預定2012年開始生產製造。此外，2010年11月4日，中核公司與法國亞瑞華出資各半，成立中核阿海琺上海鋯合金管材有限公司，製造與販賣燃料集合體的鋯金屬管。在上海建造工廠，預定2012年開始生產。有關燃料集合體元件、燃料丸以及燃料棒的製造，中國全部都在國內整合實施。

再處理

中國再處理實驗工廠地點在甘肅蘭州，2006年處理50噸，2010年初處理能力每年約100噸HM，用過燃料貯存池容量為550噸HM（預定擴大為1,300噸HM）。關於商業用再處理工廠，2007年中核公司與法國的亞瑞華公司同意在甘肅省建造每年800噸再處理工


▲秦山核電廠

廠，可行性研究已完成。政府提出建設商業用的再處理工廠，建設地點在甘肅省嘉峪關的核兵器製造設施，處理量每年800噸HM，用過燃料貯存池容量為3,000-6,000噸HM，預定2018年可以接收用過燃料，預定2025年開始熱試驗。2010年11月4日，中核公司與亞瑞華公司締結工業合作協定，進行用過燃料的再處理與相關工程。

MOX燃料加工

為了節約鈾的使用，中國計畫應用再處理回收的鈽。溫家寶總理與比利時政府簽署同意建設MOX燃料製造實驗工廠。今後，中核公司與比利時的Belgonucleaire、SCK-CEN（核能研究機構）與Tractebel（法國能源公司GDFSuez的子公司）進行技術移轉與指導。

核能研究的合作

2010年10月6日，中國科學院與比利時核能研究中心SCK-CEN簽署米拉計畫（Myrrha Project）的共同備忘錄，進行核能研究合作。中國為了解決核廢棄物處理，積極進行研究「米拉反應爐」計畫一多功能高科技應用混合型研究用反應器（Multipurpose Hybrid Research Reactor for High-tech Application，Myrrha）。

除了中國以外，韓國亦表明將參加SCK-CEN。這是國際性合作組織，70%是歐洲共同體的會員，SCK-CEN研究中心計畫經費為9億6千萬歐元（13億美元），歐洲共同體會員出資40%，其他的經費將請國際間協助。

本文承蒙日本JAEA惠允翻譯刊載

參考文獻：原子力關聯海外調查，2010年第6號，JAEA

http://www.jaea.go.jp/03/senryaku/topics/t10-6.pdf

▼ 中國大陸建設中以及計畫中的核電廠 *紅字表示在建設中的核電廠

電廠名稱	所 在 地	反應器型式	輸出電力 (萬瓩)	公　司	建設開始年月	運轉開始預定年月
嶺澳 II 2號	廣東省	CPR-1000	108.0	中廣核公司	2006.5	2011.8
秦山 II 4號	浙江省	CNP-600	65.0	中核公司	2007.1	2012
紅沿河1號 紅沿河2號 紅沿河3號 紅沿河4號 紅沿河5號 紅沿河6號	遼寧省	CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0 108.0 108.0 108.0 108.0	中廣核公司	2007.9 2008.4 2009.3 2009.8 2011 2011	2012.10 2013 2014 2014 2015 2015
寧德1號 寧德2號 寧德3號 寧德4號 寧德5號 寧德6號	福建省	CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0 108.0 108.0 108.0 108.0	中廣核公司	2008.8 2008.11 2010.1 2010.9	2012.12 2013 2014 2015
福清1號 福清2號 福清3號 福清4號 福清5號 福清6號	福建省	CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0 108.0 108.0 108.0 108.0	中核公司	2008.11 2009.6	2013.10 2014.8 2015 2016
陽江1號 陽江2號 陽江3號 陽江4號	廣東省	CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0 108.0 108.0	中廣核公司	2008.12 2009.8 2010.11 2011.3	2013.8 2014 2015 2016
方家山1號 方家山2號	浙江省	CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0	中核公司	2008.12 2009.7	2013.12 2014.10
三門1號 三門2號 三門3號 三門4號	浙江省	AP-1000 AP-1000 AP-1000 AP-1000	125.0 125.0 125.0 125.0	中核公司	2009.3 2009.12	2013.11 2014.9

▼ 中國大陸建設中以及計畫中的核電廠　*紅字表示在建設中的核電廠

電廠名稱	所 在 地	反應器型式	輸出電力(萬瓩)	公　司	建設開始年月	運轉開始預定年月
海陽1號 海陽2號 海陽3號 海陽4號	山東省	AP-1000 AP-1000 AP-1000 AP-1000	125.0 125.0 125.0 125.0	中國電力投資集團	2009.9 2009.6	2014.5 2015.3
台山1號 台山2號	廣東省	EPR EPR	177.0 177.0	中廣核公司	2009.10 2010.4	2013.12 2014.11
山東石島灣1號	山東省	HTR-PM 高溫氣冷反應爐	21.0	華能集團		2015
廣西白龍1號 廣西白龍2號	廣西壯族自治區	CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0	中廣核公司	2010.7 2011	2015 2016
海南昌江1號 海南昌江2號	海南省	CNP-600 CNP-600	65.0 65.0	中核公司&華能集團	2010.4 2010.11	2014 2015
田灣3號 田灣4號 田灣5號 田灣6號	江蘇省	VVER-1000 VVER-1000 VVER-1200 VVER-1200	106.0 106.0 120.0 120.0	中核公司		
乳山1號 乳山2號	山東省	CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0	中核公司		2015
咸寧大畈1號 咸寧大畈2號	湖北省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中廣核公司		2015
小墨山1號 小墨山2號	湖南省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中國電力投資集團		
桃花江1號 桃花江2號 桃花江3號 桃花江4號	湖南省	AP-1000 AP-1000 AP-1000 AP-1000	125.0 125.0 125.0 125.0	中核公司		2015

▼ 中國大陸建設中以及計畫中的核電廠

電廠名稱	所 在 地	反應器型式	輸出電力 (萬瓩)	公　司	建設開始 年月	運轉開始 預定年月
彭澤1號 彭澤2號	江西省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中國電力投資集團		2015
徐大堡1號 徐大堡2號	遼寧省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中核公司		
蕪湖1號 蕪湖2號	安徽省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中廣核公司		2016
連雲港1號 連雲港2號	江蘇省	CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0	中廣核公司		
陸豐1號 陸豐2號	廣東省	CPR-1000 CPR-1000	108.0 108.0	中廣核公司		
龍遊1號 龍遊2號	浙江省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中核公司		
山明1號 山明2號	福建省	BN-800 BN-800 俄國製滋生 增殖反應爐	88.0 88.0	中核公司	2013	2018 2019
漳州1號 漳州2號	福建省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中核公司		
萬安煙家山1號 萬安煙家山2號	江西省	AP-1000 AP-1000	125.0 125.0	中核公司		
韶關1號 韶關2號 韶關3號 韶關4號	廣東省	AP-1000 AP-1000 AP-1000 AP-1000	125.0 125.0 125.0 125.0	中廣核公司		
建設中合計26座			2871.0			
計畫中合計51座			5891.0			
總合計87座			8762.0			

德國核電最後的十年

文．編輯室



▲ 德國環境部長公布法令草案

德國內閣於6月初通過原子能法修正案，為2022年之前廢核的決策提供法源基礎。藉由進入「再生能源時代」的新推動力及加速廢核，德國扭轉核能政策之路宣告完成。隨著修正案正式生效，暫時關閉的7部反應器的營運執照，也將宣告終止。

德國核電政策這幾年來不斷大震盪。德國總理梅克爾之前才在2010年9月宣布，反應器平均34年的營運年限，可以延長。但2011年3月，日本發生福島核電廠事故後的幾天，德國政府旋即公布，在重新考量政策的期間，7部反應器關閉3個月。在5月底，梅克爾公布這批關閉的反應器，不會重啟。

德國總理梅克爾在公布德國新版的廢核計畫時指出，德國要避免重啟現在暫時關閉的7部反應器、並在2022年前關閉其餘機組，不是辦不到。她計畫使用再生能源，替代政治層面上無法接受的核能。因為現在德國人民心中，認為福島事故代表的是「超越想像的大災難」。

6月初通過的法令修正案中，7部中其中一部關閉的反應器，最遲仍可在2013年春季前，持續營運作為備用電力。但前提是要在「傳統」電廠無法保證冬季能源供應穩定及安全下，才能使用。德國政府長期的規劃，是希望關閉的核電廠電力，可以由再生能源補足。雖然接下來兩個冬季恐面臨斷電，需要備用電力待命，但這7部反應器目前仍維持關閉狀態。

廢核不計代價　能源風險大增

德國將在2022年前終結核電，這與前朝政府的規劃相同。不過相較於梅克爾在2009年提出的競選政見－核電廠延役12年和2011年1月完成立法程序，則是完全的反轉。在311福島事故發生不久後幾天，德國政府就以迅雷不及掩耳的速度，關閉7部反應器，隨後並公布替代核電的新政策。

對德國來說，冬季時南部工業區潛在的斷電危機，是德國廢核的巨大風險。因此，德國政府已商請電網營運公司儲備備用電力。除了已經關閉的7部反應器之外，其餘6部反應器還可營運至2021年、3部可到2022年。反應器關閉年限看來大勢已定，核電廠營運公司無法利用發電配額（從其中一部機組挪用到另一部）等方法鑽漏洞。除了將目前再生能源發電比例加倍、在2020年前達到35%之外，德國也想把碳排放量以1990年為基準減少4成。然而德國新政策中，化石燃料的地位仍無法撼動。

德國目前有19部化石燃料電廠在興建



中，數年後可以上線。為了維持風力和太陽能發電的成長，德國每度電課徵新台幣1.44元（3.5分歐元）的消費電力稅，是補助的重要來源。然而，德國目前提供給能源集中工業的「極度支持」將會縮減。過去德國年用電1,000萬度以上的重度用電企業，才需要另外支付消費稅。但目前政府將優惠緊縮，100萬度以上即需付稅金，預期可增加不少稅收。再生能源另一項金援的來源，來自核燃料稅－每克鈾需繳新台幣近6,000元的稅。重稅足以將現存的核電廠營利吃掉一半。

核工業投資心血東流　考慮求償

德國核能學會認為，梅克爾政府要取代核能所提供國內1/4電力的新計畫，說的不清不楚，2022廢核大限，根本是個「騙局」。核能學會主席彼得森特別指出，核能安全委員會曾以福島事故的起因，來檢驗德國核電廠的安全性，並未發現有缺失，關閉核電廠「非常不負責任」。另一方面，德國核電產業界在政府公布新政策後，也陸續做出回應。

電業巨擘E.ON正在評估德國新廢核政策對該公司的衝擊，準備向政府提出數百億歐元求償案。該公司旗下3部反應器、總計346萬瓩的容量，在福島電廠發生事故後幾天，被政府斷然下令關閉，迄今尚未重啟。除此之外，E.ON公司其他4部機組、總計540.5萬瓩的容量，也將在法令要求下關閉。

德國總理梅克爾在2009年獲得連任。她以擴增扮演「能源橋樑」角色的核電和核電廠延壽到2030年代，作為選舉訴求。E.ON表示，該公司便是因為政府的政策才做相當大的投資，這筆帳也會一起算到提早關閉反應器的損失內。拿E.On公司的以薩2號機來說，原本政府承諾可延壽到2034年，但2011年6月初忽然將執照年限縮短12年。E.ON公司評估，縮短的12年期間原可製造1,320億度電力，以現在市場價計算，約為6,400億台幣。

該公司表示，他們必須接受「政治上大多數人的意志」；但聲明，「我們期望政府決策帶來的財產損失，能得到應有的補償，金額大概在數十億歐元左右。」該公司目前正做詳細的損失評估，送交給政府。他們希望藉由與政府對談，避免興訟。

但在另一方面，E.ON公司則火力全開，打算反擊德國政府推出的核燃料暴利稅(每克鈾新台幣6,000元)。德國眾家電力公司認為，暴利稅跟德國和歐盟法律脫勾；E.ON公司認為暴利稅和核電廠營運年限縮短「有一些法律問題」，並且讓他們在歐洲競爭市場上，站在不利的地位。

其他廢核政策中箭的公司還有RWE、EnBW和Vattenfall。Vattenfall電力公司執行長也附和了E.ON集團的看法。該公司表示，他們尊重政府的決定，但他們近年來已經投資了新台幣數百億在電廠上，希望德國能夠公平處理，並賠償政策轉向導致的損失。

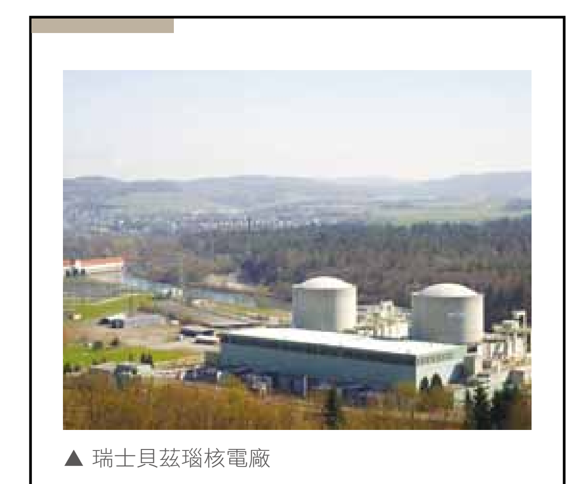
▼歐洲主要國家，家庭用戶每度電價（資料時間：2011年1月 ）

保加利亞	3.977	西班牙	7.6055
希臘	4.6699	比利時	7.8761
法國	5.3505	荷蘭	8.0032
芬蘭	5.7441	義大利	8.5485
英國	5.9327	德國	10.0655
瑞典	6.2976	丹麥	10.7912
單位：新台幣 (匯率以歐元對台幣1:41元計算)			

來源：WNN News 2011/06/06、06/01、05/31
http://www.energy.eu/

瑞士內閣 逐步廢核

文．編輯室



▲ 瑞士貝茲瑙核電廠

瑞士核電 命運多舛

2007年瑞士政府決定，能源政策不僅將著重在核能、能源效率和再生能源區塊，也會著眼將在未來興建新機組，以替換現有機組。瑞士預計，在2035年前，由於電力消費增加和老舊電廠除役，每年大概會缺電250-300億度，大概占該國目前發電量一半。

然而，瑞士內閣在2011年3月的福島核電廠事故後態度丕變。政府於5月底表示，逐漸廢核在技術上是可行的，從經濟面評估也可以承受。內閣並提議，可以藉能源效率、拓展目前占56%的水力發電和擴增化石燃料發電，來替代國內4成核電電力。瑞士的能源政策大挪移，將會影響0.4-0.7%的GDP，大約是12.8-22.5億美金之間。因此，內閣的新鴻圖大略還需送交國會同意，政策將會在夏末拍版定案。

核工業界失望 但不會真正放棄

核電廠營運公司艾司波公司表示，他們對政府並非基於理性審慎的思考，如參加歐盟的壓力測試，而是在快速、礙於高壓力下做出決策，深感遺憾。長遠來看，瑞士政府的作法會動搖能源安全，使人民承受高電價苦果。

瑞士最大電力公司愛皮克公司表示，他們「有注意到」政府的決定，認為這將開啟另一場耗時數年、並經歷數次公投的政策辯論。愛皮克表示，在瑞士人民還沒用選票來決定核能去留之前，也就是說還要幾年，該公司才會真的放棄蓋新核電廠。

現有反應器	關閉時間	福島核電廠事故前原訂替代廠址
貝茲瑙1號機	2019年	貝茲瑙 (同址)
貝茲瑙2號機	2021年	
哥斯根	2029年	寧德姆
慕赫柏	2022年	慕赫柏 (同址)
萊布斯塔特	2034年	

1969~1984年5部反應器運轉
▼
1990年公投中止新建核電廠10年
▼
1998年政府決定未來關閉核電廠
▼
2000年二氧化碳法讓核能起死回生
▼
2003年反廢核公投通過
▼
2005年新核能法確立核能為發電選項之一
▼
2007年政府決定以新機組替代現有核電廠
▼
2011年內閣決定廢核

▲瑞士核電大事記

來源：WNN News 2011/06/23

公投過關 義大利向核能說不

文．編輯室

義大利於6月中公投決定未來核電走向，94%的投票者反對重投核電懷抱。義大利核能復興的一線生機，徹底消失。於6月12-13日舉行的公投，除核能之外還有3個議題：自來水公司民營化、水費調整和高度爭議的部長級官員刑事豁免權。54.79%的投票者回應了核能議題，其中94.05%的人反對義大利新建核電廠。

雖然義大利身為核子科學和工程領域的前鋒，但該國卻是世界核能史上，唯一兩度公投反對核電，並與政策一致，而「真的」關閉核電廠的國家。其他宣稱廢核的國家如瑞典和荷蘭已改弦易轍；瑞士和德國要讓再生能源替代核能的夢想成真，則還有好長的一段路要走。

在投票結束前的記者會上，總理貝魯斯柯尼表示可能必須要「跟核能說再見」，政府會聚焦發展再生能源。他稍晚發布新聞稿表示，就算大家認為公投不是處理複雜議題最好的方式，但很明顯，義大利人在這些議題上立場相當堅定。

義大利核子安全署署長對公投的結果，表示情緒很複雜。他提到，對於投票率高覺得相當滿意，這顯示了公民積極的參與，而且對國家來說，是個好現象。有關反對核能的決定，他則必須屈從人民的意志。然而他個人的確覺得，義大利在沒有核電的可能性下，要面對未來能源缺乏，是個嚴重的錯誤。他更表示，很怕義大利會暫停核熔合的重點研究，而且大家都知道，沒有研究也就沒有未來可言，他並且非常害怕，義大利將成為進步世界的局外人。

由貝魯斯柯尼領軍的中間偏右聯盟，最近在地方選舉中慘敗。某些分析家表示，公投結果進一步證實，義大利人對於貝魯斯柯尼已經慢慢幻滅。然而促成公投的義大利價值黨黨魁表示，不管投票者是否投給貝魯斯柯尼的聯盟，公投結果僅表示義大利人對於某些議題的意見，不該過度泛政治化。事實上，貝魯斯柯尼曾呼籲義大利人不要參與公投，且數名內閣閣員也加入陣營。其他義大利主要大學和研究組織，也曾呼籲選民不要在核能公投上表示意見。

義大利原有4座營運中的核電廠，但在車諾比爾事故後，於1987年舉辦公投選擇廢核。自1990年起，便沒有任何核電廠營運。

然而近幾年來，義大利似乎有投回核能懷抱的趨勢。2008年義大利政治風向轉變，欲減少對化石和進口燃料的依賴，因此核能再起露出一線曙光。先前廢核的政策，被2008年當時的經濟部長史卡喬拉，形容為「500億歐元的錯誤」。義大利國家電力公司後來看中這股風潮，曾和法國電力公司攜手合作，計畫興建4部反應器。歐洲其他電力公司，也對這塊大餅相當有興趣。

但311福島電廠事件之後，原被打入冷宮、可望重啟的核電計畫又遭重擊。義大利政府通過，暫停興建核電廠至少1年。義大利經濟發展部長表示，暫停案可以讓義大利做出不被當時的情緒所影響，「冷靜、明智的」決策。

由於已經有核電暫停案，義大利總理貝魯斯柯尼政府便認為，沒有必要舉行決定核電未來走向的公投。然而，原本就積極反核的在野黨表示，執政黨是藉由不同意舉辦公投，來漠視反核民意。義大利3月某份民調顯示，7成義大利人反對新建核電廠，若民眾投票通過反對義大利重啟核電，核電暫停案便會具永久效力。

義大利反對黨—義大利價值黨，自2010年4月開始提出公投草案，積極運作反對新建核電廠的法令通過。該黨提出的公投請願書，成功得到50萬名義大利民眾連署，得以進入行政立法程序。義大利法律規定，公投投票率需達5成始為有效。義大利的公投門檻，是歐洲各國中數一數二的嚴苛。如今2011年6月的公投結果出爐，投票率5成7，反核比例9成4，代表此次投票具法律效力。然而，公投結果不會影響已功成身退的核電廠除役工作，或是放射性廢棄物的國家處置場研究。



來源：WNN News 2011/06/14、2011/06/02、2011/01/13

國會審議後
英國能源政策白皮書將定調

文・編輯室

英國國家能源政策白皮書日前正式出爐，內容囊括如核能等能源基礎建設的計畫流程。白皮書將於送交國會做政策辯論後，做最終定調。

英國國家能源政策白皮書歷時兩年多，其中核能的部分列出了8個潛在適合新建核電廠廠址。能源部長在公布出版白皮書的同時表示，「產業界要盡可能確定，才會做大筆投資。這些白皮書計畫為了協助指導投資計畫流程，詳述了能源需求。所以若適當的時候，有適當的計畫，處理流程便不會面臨不必要的延宕。」他進一步表示，英國政府「決心讓英國成為投資人心中，真正有吸引力的市場」。

能源部長表示，英國1/4的發電容量，預計在2020年前將會退役。這些損失的容量必須以安全、低碳、可負擔的能源來取代。國家能源政策白皮書詳述新能源基礎建設的需求，包括來自各種發電形式的配比方式和說明重點能源－化石燃料、再生能源、天然氣供應、天然氣及石油管線、電力網路和核能的政策。

福島事件後再審核能政策

在福島事故過後，英國國會上下議院和相關單位也特別針對事故原因，審視了計畫書的內容。在白皮書核能章節，英國政府也增修規定核電廠營運者，必須說明在合理的假設事件發生時，電廠對於海水倒灌的處理能力。英國國家能源政策白皮書日前正式出爐，準備送交國會做政策辯論後，做最終定調。

核工業額手稱慶

在英國境內擁有8座、並計畫興建4座核電廠的法國國家電力公司表示，英國能源政策白皮書對於能源基礎建設計畫來說，是關鍵的一步。該公司指出，最近幾週，不少資深政壇人士都再度重申新核電的重要。廣泛的跨黨派支持，讓他們受到不少鼓舞。

而在德國遭受廢核挫敗的EOn與RWE集團，也表示樂見英國政策白皮書的出版。Horizon公司營運總長指出，白皮書使得英國核能發展向前邁進了一大步，「懷爾法（Wylfa）和奧爾德伯里（Oldbury）都是新建核電廠的極優廠址。定調的國家能源政策白皮書，對於進行計畫流程，是很必要的。我們衷心期待看到國會能對這些重要文件，作出適合的考量。」

來源：WNN News 2011/06/23

第19屆全球核能婦女會 年會場邊報導

文．編輯室

第19屆全球核能婦女會(Women in Nuclear in Global, WiN Global)由保加利亞主辦，於2011年6月6日至10日在黑海邊的瓦納市舉行，有來自22國70餘人與會，保加利亞本國則有近80人參加。各國與會者對位於東歐的保加利亞大都相當陌生，多是第一次來訪。該國人口僅約750多萬人，面積卻是台灣的3倍大。1989年才脫離共黨統治，成為民主共和體制。

我國核能婦女會WiN Taiwan組了一個5人的國家代表團與會，由會長羅彩月博士（核能研究所研究員）率團，其他4位團員分別為原能會邱絹琇主任工程師，台電策劃組陳怡如組長，核能資訊中心鍾玉娟組長及清華大學物理系戴明鳳教授。本屆會議以「核能技術建立一個更美好的世界」為主題。

與會各國代表總共發表近30篇論文、21篇海報，成果豐碩。會中除討論全球核能婦女會近一年來的例行會務和未來擬推行的活動外，日本代表團特別報告日本福島一廠核災事故的經過及相關說明。會中並針對下列4個主題進行論文發表與討論：

- 安全、保安、保防、有效之管制、環保及放射性廢棄物管理。
- 核能技術與未來的展望。
- 核能溝通與知識傳承。
- 核能應用與核子醫學。



▲ 與會人員於會場大合照



▲ 保加利亞的寇茲婁杜核電廠

我國代表團由會長羅彩月博士進行其核子醫學學術研究的成果發表之外，於各會員國報告會務概況時，說明Win Taiwan這一年來的工作進展，以及未來擬發展的方向與工作。此外，戴明鳳教授則以核能與輻射防護知一台灣目前的教育推廣情形為主題，進行海報式的宣讀。

本代表團團員之一，資深核能工作者邱絹琇女士，是全球核能婦女會現任的執行理事（任期為2010至2016），多年來極熱心且積極地參與全球核能婦女會會務的決策討論和執行，因此受到該會多數會員對台灣之貢獻的肯定。當現任全球核能婦女會會長雪柔柏潔斯（也是美國WiN會長）知道我們是Win Taiwan代表團時，立刻脫口而出：「哇，妳們台灣是最棒的！」

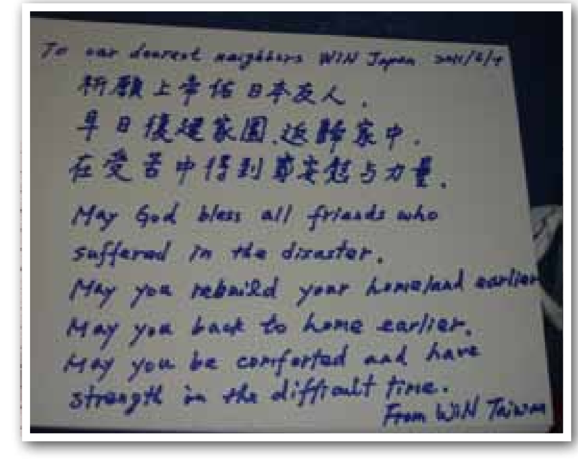
陳怡如女士則為該會現任的理事，兼任選舉委員會召集人，本年度被賦予的主要工作和任務是草擬全球核能婦女會會長及副會長的選舉程序書。2012年是全球核能婦女會的選舉年，將有5位執行理事進行改選，並選舉會長和副會長。因此，該程序書的擬定是短期內該會最重要的工作項目之一，必須在今年（2011）結束前完成選舉辦法的擬定計畫。

會議的第一天6月6日主辦單位特別安排所有與會人員參觀位於寇茲婁杜的核電廠。該廠有6部發電機組，其中4部已經關閉，2部運轉中。另外還有1座位於貝林的核電廠，該國核能發電的啟用時間比台灣還早。最令人振奮的是保加利亞很早就有女性反應器運轉員，目前共有7位女性運轉員，其中1位即將升格為值班主任。此外，保加利亞核能學會在1990年代就有女性工作者擔任學會

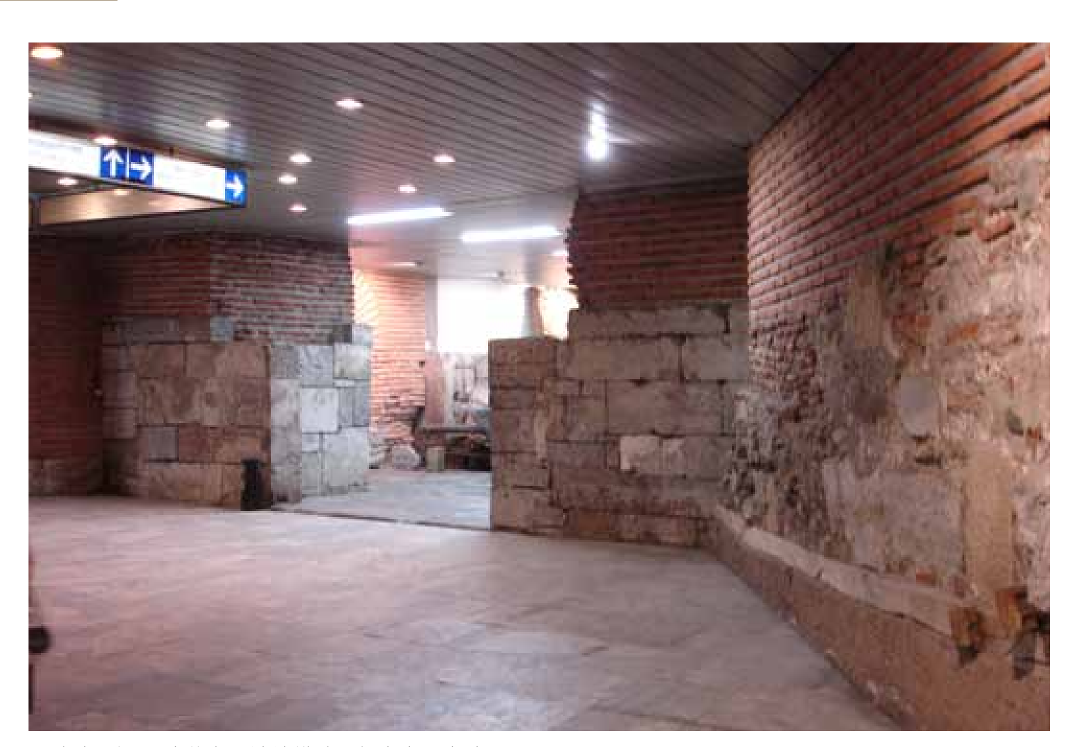
理事長，該國核能學會會員中女性會員更高達45%。

此次會議中，各國代表團特別為福島的核災事故募款，於閉幕式時由主辦單位將所募的款項彙整交給日本的會長小川順子女士。我國代表團在離台到會之前，即先募得2,500美元以上的款項，於會中直接轉交日本的會長，以表達台灣WiN的會員們對此災難衷心的關懷。順子接到來自各國充滿愛心的捐款，於會中表達了無限的感激；會後更特別向我國代表團道謝。她提及此次事故來自世界各地的捐款，以台灣的捐獻最多，此次WiN Taiwan再次的捐款，令來自日本的WiN全體代表感懷不已。

明年的全球核能婦女會將在瑞典的斯德哥爾摩舉行，世界各國在核能界努力工作的姊妹們，又將重聚一堂，分享彼此的工作經驗與研究成果，繼續延續這份跨越國界與種族藩籬的珍貴友誼。



▲ 我國代表團留言，為福島事故受難災民加油打氣



▲ 保加利亞歷史悠久，連地鐵站內都處處是古蹟

運用輻射照射 解決生活難題

認識中國生化公司

文．編輯室



▲ 可程式自動控制輸送系統

安全的輻射照射

自二次大戰結束以來，核能和平用途發展迅速，除了眾所皆知的核能發電外，輻射照射工程廣泛運用於全球各地的民生工業已是成熟的技術，且廣泛為人們所接受，無論在農業、工業或醫學各方面，都有輻射照射的應用，因此照射設備便如雨後春筍般不斷在世界各地興建。全球目前已有超過200座加馬射線照射設備，裝置在世界5大洲，數十個國家。

我國中國生化公司加馬射線照射廠，由美國最大商用照射公司SreriGenics（SGI）所設計建造，整廠採用自動化的控制與運轉，在安全考量上更設計了幾十項的安全系統，足以符合國際品質標準與安全規範。如同接受X光檢查一樣，被照射的物品在照射室中可被加馬射線完全穿透，但加馬射線不會使被照射物質被激發而帶有輻射。中國生化公司所採用的鈷60射源有雙層不鏽鋼封套的密封，密封的不鏽鋼棒皆固定於射源架上，產品生產流程都不會接觸到鈷60，因此被照射物品就不會有殘留輻射之虞，所有流程對環境也不會有污染，是安全環保的加工方法。

五花八門的應用

醫療材料滅菌

加馬滅菌是可靠性高、無毒性物質殘留的醫療器材滅菌的方法，且不須考慮包裝的滲透性與耐壓性，製程快速（採劑量放行，滅菌後不須通氣與隔離）、滅菌有效又簡單，因此普遍應用於各大醫療器材廠紗布墊、棉球、棉棒、電燒手術刀、手術衣、手套、導管、壓舌板、牙科器材、人工植入物、繃帶、OK繃等產品的滅菌。除此之外，同樣的技術也應用於無菌製劑、實驗用品、衛浴用品、美容器材及低敏感性化妝保養品的包裝後滅菌製程。

食品殺菌除蟲

加馬照射是一種在常溫常壓下進行的物理性加工流程，可在幾乎不改變溫度的狀態

下穿透包裝後的產品。應用在食品處理上，能避免高溫殺菌導致的口感與風味變化而達到殺死病原菌、殺蟲（卵）、酵素失活、芽點失活…等效果，因此多數國家都有法規規範其在農產品、天然草藥、冷凍漁產、脫水食品等的應用，以有效達到檢疫處理、延緩老化、降低化學防腐劑用量、殺菌除蟲等目的。

材料材質改良

加馬照射可以在常溫常壓下催化高分子發生交聯、降解、接枝、聚合等反應，例如聚乙烯的交聯、PTFE、丁基橡膠與幾丁聚醣等的降解、丙烯醯胺與麩胺酸等的聚合。這些具有特殊性能的新型高分子材料，已廣泛應用於生產各種商業化產品，例如PPTC熱敏電阻、熱收縮材料、吸水性材料及機能性敷／布料等。另外，利用加馬射線輻射照射加工，可使玉石、寶石、水晶和珍珠顏色發生變化，從而達到增加產品品種，提高產品品質和增值的目的。

什麼是加馬射線？

一般常用的加馬射源有鈷60及銫137，鈷60是鈷59的同位素，半衰期約為5.27年，中國生化公司使用加拿大MDS NORDION所提供的密封鈷60射源，鈷60射源所放出的加馬射線能量分別為1.17Mev及l.33Mev。加馬射線如同廣泛應用的X光一樣，是沒有質量、波長短、能量高、穿透性高的電磁輻射。

設備與系統

物流設備

中國生化公司建有4座貨櫃裝卸月台，可同時作4個貨櫃的裝卸工作，而面積達1,500坪的倉庫區可存放大量處理轉運客戶的產品，可配合客戶需求規劃裝卸櫃、倉儲、分批配送、整批貨運等物流作業。

裝卸貨自動輸送系統

將已完成準備的產品在裝貨站、裝入照射滅菌容器－滅菌箱中（尺寸：長×寬×高，120x58x100公分，限重150公斤），每一種產品的裝載型態都將被固定記錄下來，配合此裝載模式作劑量分布偵測，以測出劑量分布最高及最低點，作為產品例行劑量控制；裝卸貨自動輸送系統及裝、卸貨機可節省不少人力。



▲ 貨品裝載時，同時貼置劑量軟片，以偵測吸收劑量



▲ 劑量偵測系統




▲ 4層架交換系統、懸空輸運帶及貨架


▲ 裝貨站

輻射劑量偵測系統

中國生化公司輻射劑量偵測，採用美國FarWest公司的軟片型輻射劑量計，並以符合美國國家標準的方式偵測校正。照射前後以分光光度計計讀光吸收值，再以電腦程式計算出吸收劑量值。

四層架交換系統

在此四層架系統可由控制鍵盤上預先設定控制，將滅菌箱裝入照射貨架上，滅菌箱的交換，使產品均勻接受照射劑量。

懸空輸送系統

懸空輸送系統由3組驅動馬達及鏈條所組成，配合由電腦監控系統所控制的停止器來控制貨架及貨品在照射系統內的行進。

安全偵測系統

安全偵測系統又分為環境偵測系統、照射室出入偵測系統及輻射偵測系統，在系統照射運轉中，隨時作偵測，只要有任何異常都會立刻自動停止設備運轉及將射源降入儲存池底的安全位置。

一般民眾聽到輻射就產生恐懼的心理，以為會為健康帶來危害，殊不知運用輻射的特性，可為我們生活中帶來許多便利與安全。中藥材可免於病蟲害污染、農漁產品不易發芽腐壞，進而減少使用農藥與防腐劑。最重視清潔無菌的醫療器材，經過輻射照射，即可無菌消毒，使用時安心無虞。而愛美女性最重視的美容保養用品，可利用輻射照射滅菌、減敏，可說是人類生活的無形幫手。

核能新聞

文‧編輯室

國外新聞

法國挺核能 灌注10億歐元

法國總統薩科奇日前確認，將對未來核能計畫灌注10億歐元經費，研發領域包括第4代反應器，經費來自2009年500億歐元的大計畫。跟鄰國的瑞士、德國政府轉為廢核的政策不同，法國的核能研發，並未受福島事故影響。

這10億歐元經費中，有6.5億撥給由法國官方領軍的第4代鈉冷式快中子反應器研發。法國政府將在2017年，決定是否興建60萬瓩的原型機組。次要的研發重點區塊，是生產醫藥同位素的反應器。

在6月27日的記者會中，薩科奇報告了核能計畫最新進度。記者會中，薩科奇以「很好奇」，來表達他對於各界建議中止核能，以因應日本福島事故的看法。他也說，這種廢核決策沒有道理。薩科奇指出，除了再生能源之外，一定也要持續研發核能。除了新世代核能研發計畫拿到10億歐元經費外，再生能源和低碳發電也拿到了13.5億歐元。然而，薩科奇也提到，今日尚未有核能的替代選項。

來源：WNN News 2011/06/28

G8高峰會談 聚焦核安

5月27日在法國杜威爾舉行的G8高峰會談，主辦國法國總統薩科奇對日本首相菅直人，在穩定福島第一核電廠狀況期間的「勇敢和尊嚴」給予讚賞。「G8裡很多成員國認為，即使我們深知需要研發替代能源和再生能源，還是沒有任何東西可以取代核能。」薩科奇表示，但我們都很希望可以高度自我監控核能安全，希望其他使用民用核能的國家，也能用此標準。

日本政府亦對在場國家重申，在調查完整事故原因的同時，會建立世界最高核安標準。對於日本的能源政策，日本將進行4大支柱的政策，在原有的核能和化石燃料能源之外，加入再生能源和節約能源。

來源：WNN News 2011/05/27

保加利亞克茲魯迪核電廠用過核燃料貯存設施揭幕

保加利亞的克茲魯迪核電廠，日前正式啟用用過核燃料貯存設施。此乾式貯存設施，未來將暫貯該核電廠的用過核燃料，時間最少50年。設施於2008年中動工，總共可貯存約1萬個用過核燃料組件，完工後第一期將可貯放2,800 個組件。待保加利亞核子管制署發給執照後，設施可於2012年中開始營運。此乾式中期貯存設施耗資7,100萬美金，經費來自各國捐助的克茲魯迪國際除役支援基金內，由歐洲復興開發銀行監督使用。

來源：WNN News 2011/05/16

核管會調查 美國核電廠在極端事件中仍安全

經過311日本福島核電廠事件之後，美國對境內104部反應器進行全面檢查。核管會駐各核電廠人員，已執行電廠數項區域檢核，項目包括可以確保反應爐心和用過核燃

料池，在大型火災、爆炸或其他事故發生時，可有效冷卻電廠的事故減緩措施。除此之外，審查項目還包括電廠對於所有替代電力失效、洪水侵襲和隨地震而來的火災的反應能力。

美國核管會核子反應器管制小組主任里茲表示，在詳細檢查各反應器之後，他們發現，反應器發生上述情況時，仍能確保安全。美國核管會進行的檢測發現，雖然還是有一些電廠需要做改善，但在極端事件造成廠內大幅損害的情況下，美國核電廠也能保持安全。

來源：WNN News 2011/05/16

中國本地鈾礦 2013年開始營運

中國大陸鞏固核燃料供應動作頻頻。廣東核電集團子公司「鈾礦資源公司」現正在廣東省及新疆維吾爾自治區，開發2座年產量500噸的鈾礦場。該公司董事長表示，兩座礦場大概可在2013年開始營運。他進一步指出，鈾礦資源公司目前正與澳洲力拓礦業討論合作的可能性。

來源：WNN News 2011/05/16

喬不攏 歐洲核電廠壓力測試待定案

歐洲核能安全管制組織於5月12日召開會議，討論歐盟各國核電廠壓力測試議題。會議中討論，測試項目是否該限於設定最壞意外情境，或是是否該加入如恐怖攻擊等人為事故的設計，但大會並未達到具體結論。

自日本3月發生福島核電廠事故後，歐盟各國便決定對歐洲全部的143部反應器，做再次的安全性確認。由歐盟執委會和歐洲核能安全管制組織，負責對電廠測試作測試範圍和形式的評估。

依據歐洲核能安全管制組織規範，壓力測試將會測驗核電廠在電源供應中斷時，是否有足夠的備用電源系統。除此之外，核電廠還需說明，若備用電力系統失靈，核電廠可能會發生的情況。雖然該組織未強制規範何時需完成壓力測試，但歐盟執委會中需根據各國測試結果，在2011年底對歐盟高峰會報告。之後歐盟再根據各國測試結果，於2012年修正歐盟核子安全法規。

據英國金融時報等媒體報導指出，歐盟會議陷入僵局的原因，可能是因為英法等國認為，壓力測試的範圍，應該限定在如地震和洪水的天然災害，但歐盟能源長則呼籲應該包山包海。歐洲核能安全管制組織將在5月19至20日進行下一輪會議。

來源：WNN News 2011/05/13

311地震後 日本重新思考能源政策

福島核電廠事故兩個月後，日本首相菅直人宣布重新思考能源政策。核能仍將是日本能源供應的支柱。由於日本缺乏自然資源，8成能源需仰賴進口，目前國內3成電力由50部反應器提供。日本先前在國家基礎能源計畫中，曾提及要大力擴增核電。但由於3月發生福島核電廠事故，日本首相於5月10日表示，從目前的能源政策看來，核能發電比例預計在2030年會超過5成，2成多的電力則由再生能源提供，日本需要重新思考。

他特別強調，過去的能源政策是以核能和化石燃料，做為電力的兩大主要支柱。但最近發生的核電廠事故，讓他覺得再增加兩個支柱也很重要。第一根要增加的支柱是再

生能源，例如太陽能、風力和生質能源作為能源核心之一；另一根支柱，則是建立節能社會。

「在增加再生能源和節能這兩大支柱的同時，我們還會推動核能安全和減少化石燃料的碳排放。基於這些想法，我想加速全盤檢討能源政策。」他表示，關於核能，最重要的是要確保安全。未來還會針對核電廠做進一步檢查，以改善安全。除此之外，他還呼籲政府需要熟慮如何鞏固核安。

菅直人也建議，日本應該努力讓國際社會知道，日本從福島核電廠事故得到的經驗和學到的課題，全世界的核能安全才能因此更加提昇。菅直人表示，政府準備成立福島核電廠事故調查委員會。另外，核電廠事故賠償計畫已有所進展。他表示，確保賠償作業運作順暢，是東京電力公司和日本政府雙方的責任。

菅直人在記者會中表示，「最近核電廠發生的事故直接原因，是地震和海嘯。然而，推廣將核能納入國家政策的日本政府和福島電廠經營者東京電力公司，也都要對無法防止事故發生負責。身為要為此事負責的首相，我要對日本大眾道歉。」

來源：WNN News 2011/05/11

義大利用過核子燃料運抵法國

義大利運往國外做再處理的用過核燃料，順利抵達法國。義大利此批用過核燃料，分別來自於1982年與1990年關閉的反應器。原貯存在阿佛加德貯存場的兩個護箱，於5月初啟程，隔日抵達再處理廠專用的瓦隆涅火車站。義大利早期與法國亞瑞華公司簽訂用過核燃料再處理合約，雙方合作長久，此次為第18次運送。

來源：WNN News 2011/05/10

丹麥中低放射性廢棄物處置場
潛在場址出爐

丹麥中低放射性廢棄物處置場，6處潛在場址出爐。整體來說，雖然近地表處置場耗資較少，但眾研究均指向深地層處置場較佳，從安全的角度看來，是最適合丹麥的處置場形式。先前評估的22個場址中，6個潛在場址出線，將做進一步研究。

丹麥國內沒有商用核電廠，但1950年代晚期即開始營運3部研究用反應器和相關燃料製造設施。這3部研究用反應器的用過核燃料，一向都送回美國處理，但丹麥還是有相當數量的中低放射性廢棄物，暫貯在瑞索，等待最終處置場選址及興建。

來源：WNN News 2011/05/05

國內新聞

慶祝建國百年
台日核能交流回顧與展望專輯出刊

今年適逢中華民國建國百年，也是台日核能交流30周年，中華核能學會為歷史留下見證，特別商請熱心推動台日交流活動多年的謝牧謙博士，主編「台日核能交流回顧與展望專輯」，由核能資訊中心執行編輯印刷作業。從有系統的蒐集、彙整資料、圖表與照片，闡述長久以往台日之間核能各項交流活動。

原子能委員會主任委員蔡春鴻特為本專輯撰寫序文，其中提到：「回顧台日核能技術交流合作活動，隨著我國推動原子能和平應用，逐次的在核能發電、醫療保健、輻防安全及先端科技使用等方面展開；1980年代我國核一廠開始營運，同時期核二廠及核三廠也在興建中。當時許多日本專家來台提供核電廠營運管理、輻射安全、品質保證及廢棄物處理等的經驗技術與觀點，有助於提升

我國核電廠營運績效」。

台日兩國核能界長年的交流合作，交換核電運轉經驗及核能研發心得，相互切磋，彼此學習，對雙方核電廠營運與管理、核電管制均獲益良多，特別對我國核能安全技術的提升有很大的貢獻。台日兩國互惠互利，亦為雙方核能界人士建立了深厚的友誼。

本專輯編輯期間，3月11日發生東日本大震災及福島核電事故，震驚全世界，這次事故嚴重影響了全球公眾對核能安全的信心，對包含我國在內世界各國的核電發展策略帶來很大的影響，我核能界亦深表關切。有鑒於此，日本核能界友人陸續來訪，就事故本身進行說明與座談，因此特於專輯中追加「福島核災後日本核能界友人來台說明會」的章節。冀望本專輯的付梓，除作為台日兩國友誼的橋樑外，對國內核能界亦能有所啟示，而不斷自我更新、努力成長。（100.07.18.本刊訊）

核研所乳房專用正子攝影儀開發成功

核研所以累積40餘年的輻射相關研發能量，在經濟部、原能會支持下，以準確、舒適、平價為宗旨，研發具專利的檢測與圖像引擎等關鍵技術，打造新世代的早期乳癌偵檢利器—乳房專用正子攝影儀。此系統由概念設計、雛型系統整合、安全檢驗通過至邁入人體試驗，多項性能超越世界水準，為國內高階醫學影像設備發展，樹立新里程碑。

乳癌是全球女性的第二大死亡原因，發生率逐年上升，且有年輕化趨勢。台灣乳癌發生率已高居亞洲第2，在國內為女性癌症首位。核研所開發的高性能乳房專用正子攝影儀成本低，系統價格僅MRI的1/6至1/4。目前定位為乳癌第二線檢查用的乳房正子攝影儀，不僅可防第一線漏接，並可輔助診斷早期惡性腫瘤與乳癌治療追蹤，估計每年可造福3萬餘名國人婦女。（100.07.11原能會）



▲ 台日核能交流回顧與展望專輯封面



▲ 核研所自行研發的乳房專用正子攝影儀

龍門核電廠施工進度報導

文．編輯室

台電針對「所用銲接(補)程序不致影響銲補位置下方混凝土品質，以及磁粒檢測技術具有檢測6.4mm深之次表面檢測能力」未提出相關驗證文件/紀錄的佐證資料，6月初要求台電補充相關資料。

6月1日召開龍門計畫DCIS整體測試討論會，結論：龍門電廠儀控系統出廠接收測試依三大負責廠家範圍的不同而採區塊重疊方式執行，未能於廠製階段完成全廠性DCIS整合性測試，請台電重新研擬整合性動態測試方案。6月7日台電提報針對ECCS水泵淨正吸水頭的相關參數及計算結果進行修改。經審查發現台電未反映現場實際狀況，且未附上相關數值變更的依據計算書及廠家文件，已請台電補充。

6月13至17日敦請美國核能管制委員會兩位視察員來台，參與龍門電廠燃料裝填前準備作業聯合視察的前置作業視察。6月16日針對台電再次自行辦理龍門工程設計修改作業違規案進行審議，對於台電再次違規的行為事實，審議小組已認定並同意應予以處分。處分內容參考法規會所提意見及行政罰法第三、五章規定，與法規會討論後提出建議案再提送審議小組。

6月20日至24日舉行龍門計畫第43次團隊視察。視察項目：1號機儀電纜線檢整作業品質查證、接地系統查證、儀控管路安裝作業品質查證、FPR處理狀況查證、NCD處理狀況查證、設備驗證報告查證。



▲ 第43次定期視察—視察員正檢視1號機儀電纜線檢整作業，查驗品質相關紀錄文件



▲ 美國NRC視察員參與龍門電廠，燃料裝填前準備作業聯合視察

	總進度	設計	採購	施工	試運轉
比例	100 %	19 %	15 %	58 %	8 %
合計進度	93.11 %	99.18 %	100 %	96.92 %	38.11 %
預定進度	95.05 %	99.44 %	100 %	97.51 %	57.55 %
差異	-1.94 %	-0.26 %	0 %	-0.59 %	-19.44%

▲ 台電公司提供的工程進度(100年6月底)

CBC 中國生化科技股份有限公司

客製化的流程 精緻的服務

我們提供您最徹底・無毒性殘留・零環境物污染技術，

並且以加馬照射滅菌，完整提升滅菌品質。



客戶貨物抵達本公司

本公司具有寬敞的倉庫空間與貨櫃碼頭，可存放大量客戶產品與提供迅速的處理與轉運。

訂單確認與製程安排

經確認訂單後可迅速知道作業完成時間，可方便客戶安排後續作業與取貨。

作業準備與產品裝載

本公司採用美國Far West公司之輻射劑量偵測軟片，並經符合國際標準的校正。與產品併同進入照射，可確保偵測產品所接受之劑量。

產品經全自動化設備送入照射，照射完成後，將產品卸載並將輻射劑量劑計讀完成，以得知確切之照射劑量。

照射證明書與出貨準備

依據實際照射劑量，發出照射證明書，並通知客戶以安排相關出貨作業。

客戶取貨或待寄貨運

由客戶決定親自取貨或委由本公司代寄貨運至目的地，並完成相關付款作業。

